



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 09 505 A 1**

⑤ Int. Cl.7:  
**F 16 H 25/22**

⑳ Aktenzeichen: 101 09 505.8  
㉔ Anmeldetag: 28. 2. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 30. 8. 2001

DE 101 09 505 A 1

③0 Unionspriorität:  
056006/00 28. 02. 2000 JP

㉑ Anmelder:  
THK Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

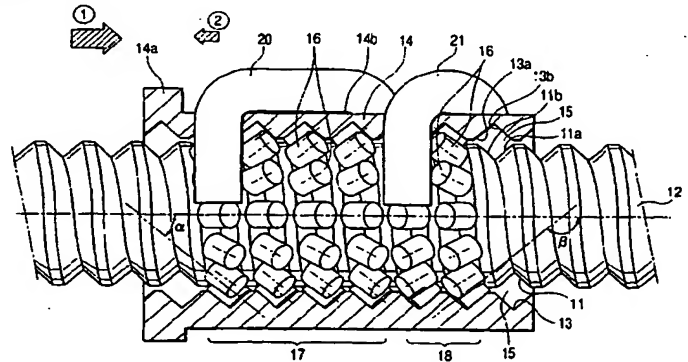
㉒ Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

㉗ Erfinder:  
Nishimura, Kentarow, Tokio/Tokyo, JP; Kimura,  
Shino, Tokio/Tokyo, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 **Walzenspindel und Walzenspindel-Walzenanordnungsverfahren**

⑤1 In einer Walzenspindel sind mehrere Rollen (16), zwischeneingefügt zwischen einem Nutelement (14) und einer Schraubenwelle (12), aus einer Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) gebildet, deren Rollen (16) so angeordnet sind, dass deren Mittenlinien mit einem vorgegebenen Winkel ( $\alpha$ ) relativ zu der Mittenlinie der Schraubenwelle (12) festgelegt ist, sowie eine Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18), deren Rollen (16) so angeordnet sind, dass deren Mittenlinien bei einem Winkel ( $\beta$ ) festgelegt sind, der sich von dem Winkel ( $\alpha$ ) unterscheidet, und zwar relativ zu der Mittenlinie der Schraubenwelle (12); zudem sind die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18) so angeordnet, dass sie voneinander getrennt sind.



DE 101 09 505 A 1

**BEST AVAILABLE COPY**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Walzenspindel (Engl.: roller screw) bzw. Walzenschraube mit einer Schraubenwelle, einem Nutelement und mehreren Rollen, die zwischen der Schraubenwelle und dem Nutelement zwischen- eingefügt sind.

Üblicherweise ist eine Kugelspindel bzw. Kugelumlaufspindel bekannt, bei der mehrere Kugeln zwischen einer Schraubenwelle und einem Nutelement zwischeneingefügt sind. Nun zeigt die Fig. 5 einen Axialrichtungsquerschnitt einer Kugelumlaufspindel dieses Typs. Wird eine Schraubenwelle 1 relativ zu einem Nutelement 2 gedreht, so kann das Nutelement 2 eine Hin- und Herbewegung entlang der Axialrichtung der Schraubenwelle 1 ausführen. Es können Kugeln 3 eine Rollbewegung zwischen der Schraubenwelle 1 und dem Nutelement 2 entlang dem Außenumfang der Schraubenwelle 1 durchführen. Übrigens kann in einigen Fällen die Kugelspindel mit einer Last in Axialrichtung (1) oder einer Last in Axialrichtung (2) als externe Last beaufschlagt sein. Die Last in Axialrichtung (1) ist eine externe Last, die dann auftritt, wenn sich das Nutelement (2) nach vorne bewegt, wohingehend die Last entlang der Axialrichtung (2) eine externe Last ist, die dann auftritt, wenn sich das Nutelement 2 rückwärts bewegt. Diese zwei Arten von Lasten entlang der Axialrichtung (1) und (2) sind entlang wechselseitig entgegengesetzter Richtungen ausgerichtet. Wie in Fig. 5 gezeigt, sind die rechten und linken Halbquerschnitte jeder Kugel (3) entlang dem Axialrichtungsquerschnitt hiervon symmetrisch, und es kann entweder die linke oder die rechte Oberfläche 3a oder 3b der Kugel die Last aufnehmen. D. h., die Kugelspindel hat die Fähigkeit zum Aufnehmen sowohl der Last (1) als auch (2) entlang der Axialrichtung, die bei einer Hin- und Herbewegung hiervon auftreten.

Bei einigen der Kugelumlaufspindeln kann ein Fall auftreten, bei dem eine große Differenz im Hinblick auf die Größe zwischen den zwei Lasten entlang der Axialrichtung (1) und (2) vorliegt. Beispielsweise in einem Fall, bei dem die Kugelumlaufspindel bei einer Spritzgussmaschine verwendet wird, wirken dann, wenn fluidisiertes Harz in eine Metallgießform unter Verwendung einer Einschiebeinrichtung geschoben wird, Dutzende von Tonnen einer Last entlang einer Axialrichtung auf die Kugelumlaufspindel, wohingehend dann, wenn die Einschiebeinrichtung selbst rückbewegt wird, lediglich eine geringe Last entlang der Axialrichtung auf die Kugelumlaufspindel einwirkt.

Wie in Fig. 5 gezeigt, ist üblicher Weise als Kugelumlaufspindel mit der Fähigkeit für den Fall, bei dem die oben erwähnten und bei einer Vorwärts- und Rückwärtsbewegung auftretenden Lasten entlang einer Axialrichtung sich voneinander im Hinblick auf die Größe unterscheiden, eine Kugelumlaufspindel bekannt (siehe JP-A-11-257455), bei der nicht nur ein Abschnitt einer spiralförmigen Lastwälz- bzw. Abrollnut 2a, der in dem Nutelement 2 geformt ist, im Hinblick auf eine spiralförmige Lastwälz- bzw. Abrollnut 1a verschoben ist, die in der Kugelumlaufspindel 1 geformt ist, sondern bei der auch die Zahl der wirksamen Windungen der Lastabrollnut 2a zum Aufnehmen einer hohen Last größer festgelegt ist als die Zahl der wirksamen Windungen der Lastabwälznut 2a zum Aufnehmen einer geringen Last. Diese Kugelumlaufspindel ermöglicht ein Neigen einer Kontaktwinkelkline 4, die dadurch erhalten wird, dass zwei Kontaktpunkte verbunden werden, d. h. ein Kontaktpunkt zwischen der Kugel 3 und der Kugelwälz- bzw. Abrolllinie 1a, die in der Schraubenwelle gebildet wird, sowie ein Kontaktpunkt zwischen der Kugel 3 und der Kugelabwälznut 2a, die in dem Nutelement 2 gebildet wird, um hierdurch die

zwei unterschiedlichen Lasten entlang der Vorwärtsrichtung und Rückwärtsrichtungen in axialer Richtung U 1 und 2 aufzunehmen, die auf die Kugelumlaufspindel wirken, und zwar während der Hin- und Herbewegung hiervon.

Weiterhin führt in dem Fall einer Walzenspindel, bei der Kugeln zwischen einem Nutelement und einer Schraubenwelle zwischeneingefügt sind, das Nutelement eine Hin- und Herbewegung im Hinblick auf die Schraubenwelle entlang der Axialrichtung hiervon aus; und demnach besteht für die Walzenspindel eine Anforderung dahingehend, dass sie die Fähigkeit zum Aufnehmen nicht nur einer Last entlang einer Axialrichtung während der Vorwärtsbewegung hiervon aufweist, sondern auch einer Last entlang einer Axialrichtung während einer Rückwärtsbewegung hiervon. Jedoch ist jede der Spindeln bzw. Walzen anders als die Kugeln nicht symmetrisch geformt (d. h., sie weist keine Kugelform auf). Demnach ist anders als bei der Kugelumlaufrichtung im Fall der Walzenspindel die Richtung der Last in Axialrichtung, die durch die Walzenspindel aufgenommen werden kann, entlang einer Richtung begrenzt; und demnach weist die Walzenspindel nicht die Fähigkeit auf, die Last entlang beider Axialrichtungen aufzunehmen, die jeweils bei der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung bei der Walzenspindel auftreten. Selbst in einem Fall, in dem, wie in JP-A-257455 offenbart, ein Abschnitt einer Lastabwälznut, die in dem Nutelement gebildet ist, im Hinblick auf die Walzenablaufnut, die in der Walzenspindel gebildet ist, verschoben ist, kann die Walzenspindel nicht jeweils beide Lasten entlang der Axialrichtung aufnehmen, die jeweils bei der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Walzenspindel auftreten.

Als Walzenspindel, die so strukturiert ist, dass sie die Fähigkeit zum Aufnehmen beider Lasten entlang der Axialrichtung, wie sie jeweils bei der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung hiervon auftreten, aufweist, ist eine Walzenspindel bekannt, wie sie in JP-A-210858 offenbar ist. Die Fig. 6 zeigt einen Axialrichtungs-Querschnitt dieser Werkstück, und die Fig. 7 zeigt Walzen, die in einer Walzenablaufnut, die in der in Fig. 6 gezeigten Walzenspindel geformt ist, angeordnet und aufgenommen sind. Wie in Fig. 6 und 7 gezeigt, gibt es quer angeordnete Kugeln 7 zwischen einer V-förmigen Lastabwälznut, die in einem Nutelement 5 gebildet ist, und einer V-förmigen Lastabwälznut bzw. Lastabrollnut, die in einer Schraubenwelle 6 gebildet ist; d. h., die wechselseitig angrenzenden Kugeln 7 kreuzen einander. Insbesondere liegt eine abwechselnde Anordnung der Kugel 7 vor, die zwischen der Wandoberfläche 5a der Lastabwälznut und der Wandoberfläche 6a der Lastabwälznut abrollt, sowie der Kugel 7, die zwischen der Wandoberfläche 6a der Lastabwälznut und der Wandoberfläche 6b der Lastabwälznut abrollt.

Da jedoch bei diesem Typ von Walzenspindel die angrenzenden Kugeln einander kreuzen, sind dann, wenn die Last entlang der Axialrichtung (1) oder die Last entlang der Axialrichtung (2) auf die Walzenspindel einwirkt, die ablaufende Kugel 7, und die Kugel 7, die nicht rollt sondern gleitet, abwechselnd angeordnet. Bei dieser abwechselnden Anordnung der Kugeln besteht eine Besorgnis dahingehend, dass die rollende Bewegung der Kugeln oder der Aufnahmebetrieb der Kugeln 7 gestört sein kann. Weiterhin müssen zum Erzielen der Fähigkeit zum Aufnehmen des sich wechselseitig querenden Kugeln 7 mit einer einzigen Rücklaufleitung die Querschnittsform einer Nichtlast-Rücklaufpassage in der Rücklaufleitung und die Seitenoberflächenformen der Kugeln rechteckig sein, was die Form der Rücklaufleitung oder die Formen der verwendbaren Kugeln bzw. Walzelemente einschränkt. Da ferner die Zahl der Kugeln 5 zum Aufnehmen der Last entlang der Axialrichtung (1), die

während der Vorwärtsbewegung der Walzenspindel auftritt, gleich zu derjenigen der Kugeln 7 zum Aufnehmen der Last entlang der Axialrichtung (2) festgelegt ist, die während der Rückwärtsbewegung auftritt, muss dann, wenn die Last entlang der Axialrichtung (1) bei der Vorwärtsbewegung und die Last entlang der Axialrichtung (2) bei der Rückwärtsbewegung im Hinblick auf die Größe unterschiedlich sind, eine Walzenspindel gemäß der höheren der beiden Lasten ausgewählt werden, wodurch es unvermeidlich ist, dass die Gesamtlänge des Nutelements 5 lang ist.

Die vorliegende Erfindung zielt auf das Eliminieren der Nachteile ab, die sich bei den oben erläuterten üblichen Walzenspindeln herausgestellt haben. Demnach besteht ein technisches Problem der Erfindung in der Bereitstellung einer Walzenspindel und eines Verfahrens zum Anordnen von Kugeln/Wälzelementen in einer Walzenspindel, derart, dass sich nicht nur externe Lasten entlang einer Axialrichtung sowohl für eine Vorwärts- als auch eine Rückwärtsbewegung aufnehmen lassen, sondern auch vermieden werden kann, dass eine Umlaufbewegung der Walzelemente bzw. Rollen gestört wird.

Im übrigen sind in der folgenden Beschreibung für den Zweck eines einfachen Verständnisses der Erfindung die Bezugszeichen gemäß der beiliegenden Zeichnung (angegeben). Jedoch ist zu erwähnen, dass die Erfindung nicht auf die hier dargelegten Ausführungsformen beschränkt ist.

Im Rahmen der Umsetzung der obigen technischen Problemstellung bestehen gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung mehrere Walzelemente bzw. Rollen, die zwischen einem Nutelement und einer Werkstück aufzunehmen sind, aus einer Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe der Rollen, die derart angeordnet sind, dass die Mittenlinien hiervon gemäß einem vorgegebenen Winkel relativ zu der Mittenlinie der Walzenspindel festgelegt sind, sowie einer Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe der Rollen/Wälzelemente, die derart angeordnet sind, dass die Mittenlinien hiervon zu einem Winkel festgelegt sind, der sich von dem oben erwähnten vorgegebenen Winkel unterscheidet, im Hinblick auf die Mittenlinie der Walzenspindel; zudem sind die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe so angeordnet, dass sie gegeneinander getrennt sind.

D. h., gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung lassen sich die oben erwähnten technischen Probleme dadurch lösen, dass eine Walzenspindel wie folgt mit folgenden Elementen bereitgestellt wird: einer Schraubenwelle (12) mit einer spiralförmigen Kugel bzw. Wälzelement-Ablaufnut (11) aufweist, die an der Außenumfangsoberfläche hiervon gebildet ist; ein Nutelement (14) mit einer spiralförmigen Lastwälz- bzw. Ablaufnut (13), die an der Innenumfangsoberfläche hiervon so geformt ist, dass sie der spiralförmigen Wälzelement-Ablaufnut (11) zugeordnet ist, und mehrere Wälzelemente bzw. Kugeln (16) für eine Anordnung und ein Aufnehmen zwischen der Wälzelement-Ablaufnut und der Lastablaufnut (13), derart, dass bei einer Drehung der Walzenspindel (12) relativ zu dem Nutelement (14) das Nutelement (14) den Freiheitsgrad aufweist, im Hinblick auf die Walzenspindeln (12) eine Hin- und Herbewegung auszuführen, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Walzelemente (16) aus einer Vorwärtsbewegungs-Lastwalzelementengruppe (17) der Walzelemente (16) bestehen, die so angeordnet sind, dass die Mittenlinien hiervon zu einem vorgegebenen Winkel ( $\alpha$ ) im Hinblick auf die Mittenlinie der Walzenspindel (12) festgelegt sind, sowie einer Rückwärtsbewegungs-Lastwalzelementengruppe (18) der Walzelemente (16), die so angeordnet sind, dass die Mittenlinien hiervon zu einem Winkel ( $\beta$ ) festgelegt sind, der sich von dem oben erwähnten vorgegebenen Winkel unterscheidet, und zwar im Hin-

blick auf die Mittenlinie der Walzenspindel (12); und dass die Vorwärtsbewegungs-Lastwalzelementengruppe (17) und die Rückwärtsbewegungs-Lastwalzelementengruppe (18) so angeordnet sind, dass sie gegeneinander getrennt sind.

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung weist aufgrund der Tatsache, dass die Vorwärtsbewegungs-Lastwalzelementengruppe (17) eine Last entlang einer Axialrichtung bei einer Vorwärtsbewegung ((1)) aufnimmt, die bei der Walzenspindel während einer Hin- und Herbewegung der Walzenspindel anliegt, und dass die Rückwärtsbewegungs-Lastwalzelementengruppe (18) eine Last entlang einer Axialrichtung bei der Rückwärtsbewegung ((2)) aufnimmt, die bei der Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung der Walzenspindel anliegt, die Walzenspindel die Fähigkeit auf, sowohl die Lasten entlang der Axialrichtung bei der Vorwärts- als auch bei der Rückwärtsbewegung aufzunehmen. Weiterhin ist nicht nur aufgrund der Tatsache, dass die Vorwärtsbewegungs-Lastwalz- bzw. Kugelgruppe (17) und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18) gegeneinander getrennt sind, sondern ebenso aufgrund der Tatsache, dass sich die wechselseitig angrenzenden Kugeln (16) der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) und der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18) entlang derselben Richtung gegenüberliegen, eine Befürchtung dahingehend eliminiert, dass eine Störung bei der Rollbewegung der Rollen (16) in der Lastrollpassage (15) sowie dem Aufnahmebetrieb der Rollen (16) durch die Rücklaufleitung (20, 21) auftreten kann, wodurch die Rollen bzw. Walzen (16) gleichmäßig zirkulieren können.

Weiterhin sind gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung bei einer Werkstück gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung die Wicklungszahlen der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) und der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18) so festgelegt, dass sie sich voneinander unterscheiden, und zwar gemäß dem Verhältnis der Lasten entlang der Axialrichtung, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon einwirkt. Hier entspricht das Verhältnis der Lasten einem Verhältnis der Größe der externen Last in Axialrichtung ((1)), die bei der Vorwärtsbewegung der Walzenspindel auftritt, zu der Größe der externen Last in Axialrichtung ((2)), die bei der Rückwärtsbewegung der Walzenspindel auftritt.

Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung lässt sich in Übereinstimmung mit dem Verhältnis der Last in Axialrichtung, die auf die Walzenspindel einwirken, die Windungszahl der Rollengruppe zum Aufnehmen der hohen Last erhöhen und die Wicklungszahl der Rollengruppe zum Aufnehmen einer geringen Last verringern, wodurch es möglich ist, die Gesamtlänge des Nutelements (14) zu minimieren.

Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird zum Lösen der oben erwähnten Probleme eine Walzenspindel geschaffen, die enthält: eine Schraubenwelle (42) mit einer spiralförmigen Kugelablaufnut (41), die an dem Außenumfang der Oberfläche hiervon geformt ist; ein Nutelement mit einer spiralförmigen Lastablauf- bzw. Wälznut, die so an dem Innenumfang der Oberfläche hiervon geformt ist, dass sie der spiralförmigen Walzenablaufnut (41) entspricht, sowie mehrere Rollen bzw. Walzelemente (43), die in einer Lastablaufpassage (44) angeordnet und gespeichert sind, die zwischen der Walzenablaufnut (41) und der Lastabwälznut gebildet ist, derart, dass bei Drehung der Schraubenwelle (42) relativ zu dem Nutelement das Nutelement eine Hin- und Herbewegung im Hinblick auf die Schraubenwelle (42) ausführen kann, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahl der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen (43b), die so angeordnet sind, dass die Mittenlinien (46) der Rollen (43b) mit einem bestimmten Winkel direkt im Hinblick auf die Mittenlinie (47) der Schraubenwelle (42) festgelegt ist, und ferner die

Zahl der Rückwärtsbewegungs-Lastrollen (43a), die so angeordnet sind, dass die Mittenlinien (45) der Rollen (43a) so festgelegt sind, dass sie die Mittenlinien (46) der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen (43b) kreuzen, unterschiedlich zueinander festgelegt sind, gemäß dem Verhältnis der Last entlang axialer Richtung, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon einwirken.

Gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung lässt sich gemäß dem Verhältnis der Lasten in Axialrichtung, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt werden, die Zahl der Rollen (43) zum Aufnehmen einer hohen Last erhöhen und die Zahl der Rollen (43) zum Aufnehmen einer niedrigen Zahl verringern, wodurch es möglich ist, die Gesamtlänge des Nutelements zu minimieren.

Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung enthält bei einer Walzenspindel nach einem der ersten bis dritten Aspekte der Erfindung das Nutelement (14) Rücklaufpassagen (20, 21) zum gegenseitigen Verbinden eines Endes mit dem anderen Ende der Lastwälz- bzw. Abrollpassage (15), die durch die Lastrollnut (13) und die Rollenablaufnut (11) definiert ist, zum Ermöglichen, dass die Rollen (16) zirkulieren können.

Gemäß dem vierten Aspekt der Erfindung kann aufgrund der Tatsache, dass die Rollen (16) zirkulieren können, der Hub des Nutelements (14) im Hinblick auf die Schraubenwelle (12) erhöht sein.

Weiterhin wird gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung ein Walzenspindel-Rollenanordnungsverfahren geschaffen, zum Anordnen mehrerer Rollen (16) zwischen einer spiralförmigen Rollenablaufnut (11), die an einer Außenumfangsoberfläche einer Schraubenwelle (12) gebildet ist, und einer spiralförmigen Lastablaufnut (13), die an der Innenumfangsoberfläche eines Nutelements (14) gebildet ist, in Zuordnung zu der Rollenablaufnut (11), derart, dass eine Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) so angeordnet ist, dass die Zentren der Rollen (16) mit einem vorgegebenen Winkel ( $\alpha$ ) im Hinblick auf die Mittenlinie der Schraubenwelle (12) festgelegt ist, eine Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe so angeordnet ist, dass die Zentren der Rollen (16) mit einem Winkel ( $\beta$ ) – der sich von dem oben erwähnten vorgegebenen Winkel unterscheidet, im Hinblick auf die Mittenlinie der Schraubenwelle (12) festgelegt sind, und dass die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18) so angeordnet sind, dass sie gegeneinander getrennt sind.

Gemäß dem fünften Aspekt der Erfindung, wie er oben beschrieben ist, ist aufgrund der Tatsache, dass die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) die Last der Vorwärtsbewegung entlang axialer Richtungen (1) aufnimmt, die während der Hin- und Herbewegung der Walzenspindel auftritt, und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18) die Last bei Rückwärtsbewegung entlang der Axialrichtung (2) aufnimmt, die während der Hin- und Herbewegung der Walzenspindel auftritt, die Walzenspindel die Fähigkeit, externe Lasten sowohl bei der Vorwärts- als auch Rückwärtsbewegung entlang axialer Richtung aufzunehmen. Da weiterhin die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (17) als auch die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe (18) gegeneinander getrennt sind, können die zwei Gruppen der Rollen (16) individuell zirkulieren, wodurch eine Befürchtung dahingehend beseitigt ist, dass die Zirkulierungsbewegung der Rollen (16) gestört werden kann.

Nun erfolgt eine detailliertere Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung unter Bezug auf die beiliegende Zeichnung; es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht zum Darstellen einer

Werkstück in Axialrichtung hiervon gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine Querschnittsansicht zum Darstellen einer Walzenspindel entlang der axialen Richtung hiervon gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 eine Querschnittsansicht zum Darstellen einer Walzenspindel gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung zum Darstellen einer Schraubenwelle und Rollen, die hierin eingesetzt werden;

Fig. 4 eine Ansicht von Rollen für die Anordnung in einer Lastrollpassage, die in der Walzenspindel gebildet ist, gemäß der dritten Ausführungsform;

Fig. 5 eine Querschnittsansicht einer üblichen Kugelumlaufspindel entlang der axialen Richtung hiervon;

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer üblichen Walzenspindel entlang der axialen Richtung hiervon; und

Fig. 7 eine Ansicht von Rollen für die Anordnung in einer Rollenabrollpassage, die in der üblichen Walzenspindel geformt ist.

Nun zeigt die Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Walzenspindel gemäß der Erfindung. Die Walzenspindel enthält eine Schraubenwelle 12 mit einer spiralförmigen Rollenabrollnut 11, die an der Außenumfangsoberfläche hiervon gebildet ist, ein Nutelement 14 mit einer spiralförmigen Lastrollennut 13, die so an der Innenumfangsoberfläche gebildet ist, dass sie der spiralförmigen Rollenabrollnut 11 entspricht, und mit der Schraubenwelle 12 zusammengefügt ist, mehrere Rollen 16, die in einer Lastrollpassage 15 angeordnet und aufgenommen sind, die durch und zwischen der Rollenabrollnut 11 und der Lastabrollnut 13 definiert sind. Dreht sich die Schraubenwelle 12 relativ zu dem Nutelement 14, so können die Rollen 16 zwischen der Rollenabrollnut 11 und der Lastabrollnut 13 rollen, und ebenso kann das Nutelement 14 eine Hin- und Herbewegung im Hinblick auf die Schraubenwelle 12 ausführen.

An der Außenrand- bzw. Umfangsoberfläche der Schraubenwelle 12 wird eine spiralförmige Rollenabrollnut 11 mit einer vorgegebenen Führung gebildet. Die Rollenabrollnut 11 weist einen V-förmigen Querschnitt auf, und ein durch die geneigten Wandoberflächen 11a und 11b der Rollenabrollnut 11 gebildeter Winkel wird zu einem Winkel von 90° festgelegt.

Das Nutelement 14 lässt sich an die Schraubenwelle 12 mit Abstand anbringen bzw. aufsetzen. Das Nutelement 14 wird in einer im wesentlichen zylindrischen Form gebildet und es enthält einen Flansch bzw. eine Wange 14a für eine Verbindung mit dem zu führenden Element. An der Innenumfangsoberfläche des Nutelements 14 ist eine spiralförmige Lastrollnut 13 gebildet, mit einer Führung gleich der Führung der Schraubenwelle 12. Diese Lastrollennut 13 hat ebenso einen V-förmigen Querschnitt, und ein durch die geneigten Wandoberflächen 13a und 13b der Lastrollnut 13 gebildeter Winkel wird ebenso zu einem Winkel von 90° festgelegt. Als Ergebnis hiervon wird zwischen der Lastrollnut 13 und der Rollenrollnut 11, die einander gegenüberliegen, eine Lastrollpassage 15 mit einem im wesentlichen rechteckigen Querschnitt gebildet.

Zwischen der Lastrollnut 13 und dem Nutelement 14 und der Rollenabrollnut 11 der Schraubenwelle 12 sind mehrere Rollen bzw. Walzelemente 16 angeordnet und aufgenommen. Die mehreren Rollen 16 bestehen aus einer Gruppe von Vorwärtsbewegungs-Lastrollen 17, deren Mittenlinie mit einem vorgegebenen Winkel  $\alpha$  im Hinblick auf die Mittenlinie der Schraubenwelle 12 angeordnet sind, sowie einer Gruppe von Rückwärtsbewegungs-Lastrollen 18, deren Mittenlinie mit einem vorgegebenen Winkel  $\beta$  – der sich von dem oben erwähnten vorgegebenen Winkel  $\alpha$  unterscheidet – im Hinblick auf die Mittenlinie der Schraubenwelle 12 an-

geordnet sind. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kreuzen bzw. überschneiden sich die Mittenlinien der Rollen der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 17 und die Mittenlinien der Rollen der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 einander an der Querschnittsoberfläche der Schraubenwelle 12 entlang der Axialrichtung hiervon; insbesondere kreuzen sie einander mit rechten Winkeln. Die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 17 und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 sind so angeordnet, dass sie voneinander getrennt sind. Die Zahl der Windungen der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 17 ist unterschiedlich gegenüber der Zahl der Windungen der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 festgelegt, gemäß dem Verhältnis der Lasten entlang der Axialrichtung, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt werden. Ist die externe Last entlang einer axialen Richtung (1), d. h. die externe Last, die auf die Walzenspindel dann ausgeübt wird, wenn sich das Nutelement 14 gemäß Fig. 1 nach links bewegt, größer als die externe Last entlang einer axialen Richtung (2), d. h. die externe Last, die dann angewandt wird (wenn sich das Nutelement in Fig. 1 nach rechts bewegt), so wird beispielsweise die Wicklungszahl der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe zu 3,5 festgelegt, wohingehend die Windungszahl der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 zu 1,5 festgelegt ist. Diese Windungszahlen werden in einer solchen Weise entschieden, dass die Walzenspindel sowohl die Lasten entlang einer Axialrichtung bei der Vorwärtsbewegung als auch der Rückwärtsbewegung (1) und (2) aufnehmen kann.

Jede Rolle 16 ist in zylindrischer Form gebildet, und die Form der Seitenoberfläche der Rolle 16 ist rechteckig. Die Rollen 16 können zwischen den Wandoberflächen 16a und 13a rollen, die wechselseitig gegenüberliegende Seiten der Lastrollpassage 15 bilden, oder zwischen den Wandoberflächen 12b und 13b, die ebenso die wechselseitig gegenüberliegenden Seiten der Lastrollenpassage bilden. Der Außendurchmesser der Rolle 16 wird nahezu gleich zu der Distanz zwischen den Wandoberflächen festgelegt, wohingehend die Länge der Rolle 16 geringfügig kleiner als die Distanz zwischen den Wandoberflächen festgelegt ist. In dem Fall der Ausübung der Last entlang axialer Richtung (1) können die Rollen 16 der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 17 zwischen den Wandoberflächen 11a und 13a rollen, wohingehend die Rollen 16 der Rückwärtsrollen-Lastrollengruppe 18 zwischen den Wandoberflächen 11a und 13a gleiten können. Andererseits können in dem Fall der Ausübung der Last entlang der Axialrichtung (2) die Rollen der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 zwischen den Wandoberflächen 11b und 13b rollen, wohingehend die Rollen 16 der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 zwischen den Wandoberflächen 11b und 13b gleiten können. Übrigens kann eine Vorlast auf die Rolle 16 ausgeübt werden oder nicht. Weiterhin kann zwischen den Rollen 16 ein Halter bzw. Käfig gemäß dem jeweiligen vorliegenden Fall vorgesehen sein, einerseits zum Reduzieren einer Reibkraft zwischen den Rollen 16 oder zum Ermöglichen der Tatsache, dass die Rollen 16 entlang einer vorgegebenen Spur zirkulieren.

Das Nutelement 14 enthält mehrere, beispielsweise zwei Rücklaufleitungen 20 und 21 in Zuordnung zu der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 17 und der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18. Die Rücklaufleitungen 20 und 21 werden zum Verbinden eines Endes der Lastrollenpassage 15 mit dem anderen Ende hiervon verwendet. In jeder Rücklaufleitung 20 und 21 wird eine lastfreie Rücklaufpassage mit einem rechteckigen Querschnitt gebildet. Die Rücklaufleitung 20 wird zum Zirkulieren der Rollen 16 in der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 17 verwendet,

wohingehend die Rücklaufleitung 20 zum Zirkulieren der Rollen 16 in der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 verwendet wird. Jede der Rücklaufleitungen 20 und 21 ist so strukturiert, dass die zwei Seitenabschnitte hiervon mit einem Winkel von 90° relativ zu dem Mittenabschnitt hiervon gefaltet sind, um hierdurch jede Rücklaufleitung mit einer Torform (Engl.: gate shape) zu bilden. Die zwei Schenkelabschnitte jeder Rücklaufleitung 20 (21) sind nicht parallel zueinander, sondern die Ausstreckrichtungen hiervon sind gemäß den Führungswinkeln verdreht. In dem Nutelement 14 ist ein Abschnitt mit flacher Oberfläche 14b gebildet, der durch Bearbeiten eines Abschnitts des Außenumfangsabschnitts des Nutelements 14 in eine flache Ortsbereich erhalten werden kann. Bei dem flachen Oberflächenabschnitt 14b werden mehrere, beispielsweise vier, Rücklaufleitungs-Einpassöffnungen geöffnet, in die sich die zwei Seiten der jeweiligen Rücklaufleitungen 20 und 21 einfügen lassen. Diese Rücklaufleitungs-Einpassöffnungen erstrecken sich jeweils in die Lastrollpassage 15. Die zwei Seiten der jeweiligen Rücklaufleitungen 20 und 21 werden in diese Rücklaufleitungs-Einpassöffnungen mit einem Abstand von mehreren Ganghöhen (Engl.: pitches) zwischen diesen eingefügt. Die Rücklaufleitungen 20 und 21 lassen sich an dem Nutelement 14 durch einen (nicht gezeigten) Leitungshalter fixieren.

In dem Fall der sich drehenden Schraubenwelle 12 werden die Rollen 16, die in der Lastrollenpassage 15 rollen, bei den führenden Enden der Rücklaufleitungen 20 und 21 aufgenommen. Die aufgenommenen Rollen 16 werden durch die lastfreie Rückföhrpassage bewegt, die in den Rücklaufleitungen 20 und 21 gebildet ist, und sie werden dann erneut zu der Lastrollpassage 15 rückgeführt, insbesondere zu dem Abschnitt der Lastrollpassage 15, der gegenüber den vorderen Enden der Rücklaufleitungen 20 und 21 um einen Abstand bzw. eine Lichtweite von mehreren Ganghöhen beabstandet ist. Zudem kann das Nutelement 14 sich linear entlang einer Richtung bewegen (d. h., entlang der Vorwärtsrichtung), und zwar im Hinblick auf die Schraubenwelle 12. In dem Fall, in dem die Schraubenwelle umgekehrt wird, zirkulieren die Rollen 16 umgekehrt entlang den obigen Passagen, wodurch das Nutelement 14 linear in die entgegengesetzte Richtung (die Rückwärtsrichtung) bewegt wird. Alternativ kann die Schraubenwelle 12 fixiert sein, und das Nutelement 14 lässt sich drehen.

Wie oben beschrieben, nimmt die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 7 die Last bei der Vorwärtsbewegung entlang axialer Richtung (1) auf, die bei der Hin- und Herbewegung der Walzenspindel auftritt, wohingehend die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 18 die Last entlang der Axialrichtung bei Rückwärtsbewegung (2) aufnimmt, die bei der Hin- und Herbewegung der Walzenspindel auftritt. Demnach hat die Walzenspindel die Fähigkeit zum Aufnehmen sowohl der Last (1) und (2) entlang der Axialrichtung bei Vorwärts- und Rückwärtsbewegung. Weiterhin ergibt sich nicht nur aufgrund der Tatsache, dass die Vorwärts- und Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppen 17 und 18 gegeneinander getrennt sind, sondern auch aufgrund der Tatsache, dass die wechselseitig aneinandergrenzenden Rollen 16 in dem Vorwärts- und Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppen 17 und 18 einander in derselben Richtung gegenüberliegen, keine Befürchtung dahingehend, dass die Rollbewegung der Rollen 16 in der Lastrollpassage 15 sowie die Aufnahmebewegung der Rollen 15 durch die Rücklaufleitungen 20 und 21 gestört werden kann, wodurch die Rollen 16 gleichmäßig zirkulieren können. Weiterhin lässt sich die gesamte Länge des Nutelements in dem Fall minimieren, indem gemäß dem Verhältnis der Axialrichtungslasten, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung



hiervon ausgeübt werden, die Wicklungszahl der Rollen-  
gruppe zum Aufnehmen der hohen Last erhöht ist und die  
Wicklungszahlen der Rollen-Gruppe zum Aufnehmen der  
niedrigen Last verringert ist.

Allgemein ist bei der Walzenspindel aufgrund der Tatsa-  
che, dass die Kontaktfläche zwischen den Rollen 16 und der  
Rollenlaufnut 11 oder der Lastlaufnut 13 groß im Vergleich  
zu einer Kugelumlaufspindel ist, die Walzenspindel mit der  
Fähigkeit zum Aufnehmen einer hohen Last ausgestattet.  
Die vorliegende Erfindung lässt sich geeignet insbesondere  
dann verwenden, wenn eine hohe Last ausgeübt wird, und  
sich die Lasten entlang der Axialrichtung in Vorwärts- und  
Rückwärtsrichtung (1) und (2) voneinander unterscheiden.

Nun zeigt die Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer  
Walzenspindel gemäß der Erfindung. Bei der vorliegenden  
Walzenspindel ist anders als bei der Walzenspindel gemäß  
der ersten Ausführungsform der Erfindung ein Nutelement  
25 in die Rollenlaufnut 27 eingefügt, die in einer Schrauben-  
welle 26 gebildet ist. D. h., der vorstehende Abschnitt 21  
des Nutelements 25, in dem die Lastlaufnut 29 zu bilden ist,  
wird in die Kugellaufnut 27 eingefügt, und demnach ist der  
Innendurchmesser des Nutelements 25 kleiner als der Außen-  
durchmesser der Schraubenwelle 26.

Die spiralförmigen Rollenlaufnut 27, die an der Außen-  
umfangsoberfläche der Schraubenwelle 26 gebildet ist,  
weist eine vorgegebene Führung auf, und sie weist einen tra-  
pezförmigen Querschnitt auf. Rollen 28 können an der  
Wandoberfläche 27a oder der Wandoberfläche 27b der Rol-  
lenlaufnut 27 rollen.

Die spiralförmigen Lastrollnut 29, die an der Innenum-  
fangsoberfläche des Nutelements 25 gebildet ist, weist eine  
Führung gleich derjenigen der Rollenlaufnut 27 auf, und sie  
weist einen trapezförmigen Querschnitt auf. Die Rollen 26  
können an der Wandoberfläche 26a oder der Wandoberfläche  
29b der Lastlaufnut 29 rollen. Die Lastrollnut 29 des  
Nutelements 25 ist in dem Zwischenabschnitt P der Lastroll-  
nut 29 verschoben. Aufgrund dieser Tatsache wird an der  
linken Seite der Lastlaufnut 29, die bei der linken Seite der  
P-Position in Fig. 2 vorliegt, zwischen der Wandoberfläche  
27b und der Rollenlaufnut 27 und der Wandoberfläche 29b  
der Lastlaufnut 29 ein Raum gebildet, in dem sich Rollen 28  
anordnen lassen; zudem wird an der rechten Seite der La-  
strollnut 29, der an der linken Seite der P-Position in Fig. 2  
existiert, zwischen der Wandoberfläche 27a der Rollenlauf-  
nut 27 und der Wandoberfläche 29a der Lastlaufnut 29, ein  
Raum gebildet, in dem die Rollen 28 angeordnet sein kön-  
nen.

Die mehreren Rollen 16 bestehen aus zwei Arten von  
Rollengruppen: d. h., zwei Gruppen 30, 30 von Vorwärtsbe-  
wegungs-Lastrollen, die derart angeordnet sind, dass die  
Mittenlinien der Rollen 16 mit einem vorgegebenen Winkel  
 $\alpha$  auf die Mittenlinie der Schraubenwelle 26 festgelegt ist;  
und eine Gruppe 32 der Rückwärtsbewegungs-Lastrollen,  
die derart angeordnet sind, dass die Mittenlinien der Rollen  
16 mit einem Winkel  $\beta$  (der sich von dem Winkel  $\alpha$  unter-  
scheidet) im Hinblick auf die Mittenlinie der Schrauben-  
welle 26 festgelegt sind. Die Vorwärtsbewegungs-Lastrol-  
lengruppen 30, 30 sind so angeordnet, dass sie gegenüber  
der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 32 getrennt  
sind. Die Windungszahl der Vorwärtsbewegungs-Lastrol-  
lengruppen 30, 30 und die Rückwärtsbewegungs-Lastrol-  
lengruppe 32 sind gleich festgelegt, beispielsweise wird die  
Windungszahl hiervon zu 1.5 festgelegt. Die Gruppenzahlen  
der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppen 30, 30 und der  
Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 32 sind unter-  
schiedlich zueinander gemäß dem Verhältnis der Lasten ent-  
lang der Axialrichtung festgelegt, die auf die Walzenspindel  
während der Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt

wird: beispielsweise in dem Fall, in dem die Vorwärtsbewe-  
gungs-Axialrichtungslast größer als die Rückwärtsbewe-  
gungs-Axialrichtungslast ist, wie in Fig. 2 gezeigt, wird die  
Gruppenzahl der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppen 30  
zu 2 festgelegt, wohingehend die Gruppenzahl mit der  
Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe 32 zu 1 festgelegt  
ist.

In dem Nutelement 25 sind mehrere (beispielsweise drei)  
Rücklaufleitungen 33 in Zuordnung zu den mehreren Rol-  
lengruppen angeordnet. Der Abschnitt der Nichtlast-Rück-  
laufpassage jeder Rücklaufleitung 33 wird gemäß der Form  
und der zugeordneten Rollen 28 bestimmt.

Als Rolle 28 wird eine Kegelrolle verwendet, die so ge-  
formt ist, dass sie eine Kegelform aufweist. Der Scheitel-  
punkt Q des Konus der Kegelrolle liegt bei der Mittenlinie  
der Schraubenwelle 26. Aufgrund dieser Tatsache kann die  
Kegelrolle zwischen der Lastrollnut 29 und der Rollenlauf-  
nut 27 ohne Gleiten rollen.

Bei der Walzenspindel gemäß der zweiten Ausführungs-  
form der Erfindung sind die Formen der Querschnitte der  
Kugellaufnut und der Lastlaufnut nicht auf die V-Form be-  
grenzt, und die Form der Seitenoberfläche jeder Rolle ist  
ebenso wenig auf eine rechteckige Form begrenzt. Die For-  
men der Querschnitte der Kugellaufnut und der Lastlaufnut  
sowie die Form der Seitenoberfläche jeder Kugel bzw. Rolle  
lässt sich frei gemäß den Lasten und der erforderlichen Ge-  
nauigkeit festlegen.

Nun zeigt die Fig. 3 und 4 jeweils eine dritte Ausfüh-  
rungsform des Walzenspindel gemäß der Erfindung. Insbe-  
sondere zeigt die Fig. 3 eine Seitenansicht der vorliegenden  
Walzenspindel zum Darstellen einer Schraubenwelle und  
von Rollen, die hierin eingesetzt werden; und die Fig. 4  
zeigt Rollen, die in einer Lastrollpassage angeordnet sind,  
die in der Walzenspindel gebildet ist. Die vorliegende Wal-  
zenspindel enthält ähnlich zu der Walzenspindel gemäß der  
zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform: eine Schrau-  
benwelle 42 mit einer spiralförmigen Rollenlaufnut 41, die  
in der Außenrand- bzw. Umfangsoberfläche hiervon gebil-  
det ist; ein mit der Schraubenwelle 42 zusammengefügt  
(nicht gezeigtes) näherungsweise mit einer spiralförmigen  
Lastlaufnut, die in der Innenumfangsoberfläche hiervon so  
gebildet ist, dass sie der Rollenlaufnut zugeordnet ist; und  
mehrere Rollen 43 für eine Anordnung und ein Aufnehmen  
in einer Lastrollpassage, die zwischen der Rollenlaufnut 41  
und der Lastlaufnut gebildet ist. Bei Drehen der Schrau-  
benwelle 42 relativ zu dem Nutelement, können die Rollen  
zwischen der Rollenlaufnut 41 und der Lastlaufnut rollen, und  
das Nutelement kann im Hinblick auf die Schraubenwelle  
42 eine Hin- und Herbewegung ausführen. An der Außen-  
umfangsoberfläche der Schraubenwelle 42 wird die Rol-  
lenlaufnut 41 mit einem V-förmigen Querschnitt gebildet;  
zudem wird in der Innenumfangsoberfläche des Nutelements  
die Lastlaufnut mit einem V-förmigen Querschnitt gebildet.  
Zwischen der einander gegenüberliegenden Lastlaufnut und  
der Rollenlaufnut 41 wird eine Lastlaufpassage 44 mit im  
wesentlichen rechteckförmigem Querschnitt gebildet.

Bei der vorliegenden Walzenspindel sind anders als bei  
der Walzenspindel gemäß der ersten Ausführungsform die  
Rollen 43 quer angeordnet, und zwar in einer einzigen La-  
strollpassage 44. D. h., in der Lastrollpassage 44 sind Vor-  
wärtsbewegungs-Lastrollreihen 43b so angeordnet, dass die  
Mittenlinien 46 der Rollen 43b mit einem vorgegebenen  
Winkel A relativ zu der Mittenlinie 47 der Schraubenwelle  
42 festgelegt sind, und zur gleichen Zeit sind die quer ange-  
ordneten Rückwärtsbewegungs-Lastrollen 43a derart ange-  
ordnet, dass die Mittenlinien 45 der Rollen 43a so festgelegt  
sind, dass sie die Mittenlinien 46 der Vorwärtsbewegungs-  
Lastrollen 43b kreuzen. Die Mittenlinien 45 der Rollen 43a

und die Mittenlinie 47 der Schraubenwelle 42 bilden einen Winkel  $\gamma$ . Die Mittenlinien 46 der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen 43b und die Mittenlinien 45 der Rollen 43a kreuzen einander mit rechten Winkeln.

Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Zahlen der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen 43b und der Rückwärtsbewegungs-Lastrollen 43a unterschiedlich voneinander festgelegt, und zwar gemäß dem Verhältnis der Lasten entlang der Axialrichtung, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon einwirken. In dem Fall, in dem die externe Last entlang der Axialrichtung (1), die bei der Vorwärtsbewegung der Walzenspindel auftritt, größer ist als die externe Last entlang der Axialrichtung (2), die bei der Rückwärtsbewegung der Walzenspindel auftritt, wird das Verhältnis der Zahl der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen 43b zu der Zahl der Rückwärtsbewegungs-Lastrollen 43a beispielsweise zu 2 : 1 festgelegt. Die Zahl der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen 43b und die Zahl der Rückwärtsbewegungs-Lastrollen 43a wird so bestimmt, dass die Walzenspindel die Fähigkeit zum Aufnehmen sowohl der Lasten entlang der Axialrichtung bei der Vorwärts- als auch der Rückwärtsbewegung (1) und (2) aufweist. In dem Fall, in dem gemäß dem Verhältnis der Lasten entlang der Axialrichtung, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt werden, die Zahl der Rollen 43a zum Aufnehmen der hohen Last erhöht und die Zahl der Rollen 43 zum Aufnehmen der niedrigen Last auf diese Weise verringert ist, lässt sich die Gesamtlänge des Nutelements 16 minimieren.

Übrigens erfolgt in dem Fall der vorliegenden Walzenspindel das Aufnehmen der durch die Lastrollpassage rollenden Rollen durch die Rückführleitungen, und sie werden über eine Distanz äquivalent zu den mehreren Windungszahlen rückgeführt. Jedoch kann alternativ in dem Nutelement ein Ablenker bzw. Deflektor angeordnet sein, der zum Aufnehmen der Rollen verwendet wird. D. h., die Rollen, die auf der Rollenabrollnut abgerollt sind, können von der Rollenabrollnut durch den Deflektor entfernt werden, und sie können hinter dem Außendurchmesserabschnitt der Schraubenwelle zu der Rollenabrollnut eine Voreilung voraus rückgeführt werden. Es ist auch möglich, eine Walzenspindel eines sogenannten Seitenabdecktyps einzusetzen, die so strukturiert ist, dass ein Nutelement aus einem Nuthauptkörper mit einer hierin gebildeten Rollenabrollnut und jeweils zwei an beiden Enden des Nuthauptkörpers montierten Seitenabdeckungen aufgebaut ist, und es wird eine Rollenrückführpassage in dem Nuthauptkörper gebildet, und in den zwei Seitenabdeckungen gibt es jeweils zwei Verbindungspassagen für ein wechselseitiges Verbinden der Rollenabrollnut und der Rollenrückführpassage.

Wie hier zuvor beschrieben, bestehen gemäß der vorliegenden Erfindung die Rollen aus einer Gruppe von Vorwärtsbewegungs-Lastrollen der Mittenlinien mit einem vorgegebenen Winkel relativ zu der Mittenlinie der Schraubenwelle angeordnet sind, und einer Gruppe von Rückwärtsbewegungs-Lastrollen, deren Mittenlinien mit einem Winkel angeordnet sind, der sich von dem vorgegebenen Winkel unterscheidet, und zwar im Hinblick auf die Mittenlinie der Schraubenwelle; die Vorwärts- und Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppen sind so angeordnet, dass sie voneinander getrennt sind. Da die Vorwärtsbewegungs-Rollengruppe eine Last entlang einer Axialrichtung bei einer Vorwärtsbewegung aufnimmt, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt wird, und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe eine Last entlang einer Axialrichtung bei einer Rückwärtsbewegung aufnimmt, die an die Walzenspindel während einer Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt wird, hat die Walzenspindel

die Fähigkeit zum Aufnehmen sowohl der Lasten entlang der Axialrichtung bei der Vorwärts- als auch der Rückwärtsbewegung. Da weiterhin die Vorwärts- und Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppen voneinander getrennt sind und weiterhin aufgrund der Tatsache, dass wechselseitig aneinander grenzende Rollen der Vorwärts- und Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppen einander entlang derselben Richtung gegenüberliegen, wird eine Befürchtung dahingehend eliminiert, dass die Rollbewegung der Rollen in der Lastrollpassage sowie der Aufnahmebetrieb der Rollen durch die Rückaufleitungen gestört werden kann, wodurch die Rollen gleichmäßig zirkulieren können.

#### Patentansprüche

##### 1. Walzenspindel, enthaltend:

eine Schraubenwelle mit einer spiralförmigen Rollenabrollnut, die an einer Außenrandoberfläche hiervon gebildet ist;  
ein Nutelement mit einer spiralförmigen Lastabrollnut, die an einer Innenrandoberfläche hiervon gebildet ist, in Zuordnung zu der Rollenabrollnut; und  
mehrere Rollen, die zwischen der Rollenabrollnut und der Lastabrollnut angeordnet und aufgenommen sind; derart, dass  
die Schraubenwelle relativ zu dem Nutelement so gedreht wird, dass das Nutelement sich im Hinblick auf die Schraubenwelle hin- und herbewegen kann;  
die mehreren Rollen eine Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe enthält, deren Rollen so angeordnet sind, dass deren Mittenlinie mit einem vorgegebenen Winkel relativ zu der Mittenlinie der Schraubenwelle festgelegt sind, und eine Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe der Rollen, die so angeordnet sind, dass deren Mittenlinien mit einem Winkel festgelegt sind, der sich von dem erstgenannten Winkel unterscheidet, relativ zu der Mittenlinie der Schraubenwelle; und  
die Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe und die Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe voneinander getrennt sind.

2. Walzenspindel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Windungszahlen der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe und der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe unterschiedlich voneinander festgelegt sind, gemäß dem Verhältnis der Axialrichtungslasten, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt werden.

##### 3. Walzenspindel, enthaltend:

eine Schraubenwelle mit einer spiralförmigen Rollenabrollnut, die an einer Außenrandoberfläche hiervon gebildet ist;  
ein Nutelement mit einer spiralförmigen Lastabrollnut, die an einer Innenrandoberfläche hiervon gebildet ist, in Zuordnung zu der Rollenabrollnut; und  
mehrere Rollen, die für eine Aufnahme und ein Speichern in der Lastrollpassage zwischen der Rollenablaufnut und der Lastablaufnut ausgebildet sind; derart, dass  
die Schraubenwelle relativ zu dem Nutelement gedreht wird, so dass sich das Nutelement relativ zu der Schraubenwelle hin- und herbewegen kann;  
die Zahl der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen, die so ausgebildet sind, dass deren Mittenlinien mit einem vorgegebenen Winkel relativ zu der Mittenlinie der Schraubenwelle festgelegt sind, und die Zahl der Rückwärtsbewegungs-Lastrollen, die so ausgebildet sind, dass sie die Mittenlinien hiervon zum Kreuzen der Mittenlinien der Vorwärtsbewegungs-Lastrollen festgelegt

sind, unterschiedlich zueinander festgelegt sind, gemäß dem Verhältnis der Axialrichtungslasten, die auf die Walzenspindel während der Hin- und Herbewegung hiervon ausgeübt wird.

4. Walzenspindel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Nutelement Rückführpassagen enthält, und zwar zum Verbinden eines Endes und des anderen Endes einer Lastrollpassage, die durch die Lastablaufnut und die Rollenablaufnut definiert ist, zum Ermöglichen einer Zirkulation der Rollen.

5. Walzenspindel-Rollenanordnungsverfahren zum Anordnen mehrerer Rollen zwischen einer spiralförmigen Rollenablaufnut, die an einer Außenrandoberfläche einer Schraubenwelle gebildet ist, und einer spiralförmigen Lastablaufnut, die an einer Innenrandoberfläche eines Nutelementes so gebildet ist, dass sie der Rollenablaufnut entspricht; derart, dass das Verfahren folgende Schritte enthält:

Anordnen einer Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe derart, dass die Zentren der Rollen mit einem vorgegebenen Winkel relativ zu der Mittellinie der Schraubenwelle festgelegt sind;

Anordnen einer Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe derart, dass die Mittellinien der Rollen mit einem Winkel festgelegt sind, der sich von dem vorgegebenen Winkel unterscheidet, relativ zu der Mittellinie der Schraubenwelle; und

Trennen der Vorwärtsbewegungs-Lastrollengruppe und der Rückwärtsbewegungs-Lastrollengruppe voneinander.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65



- Leerseite -



FIG. 2

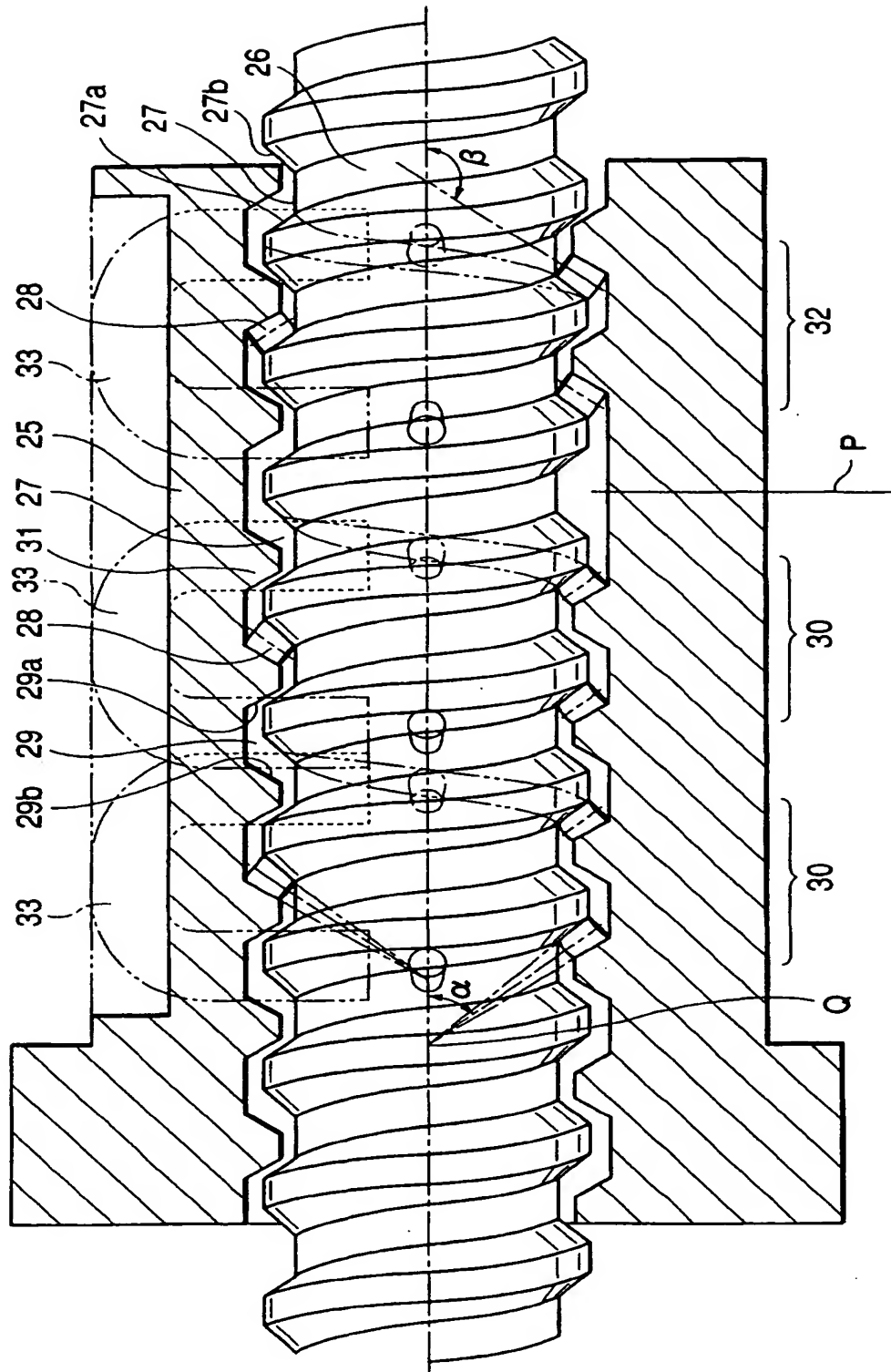
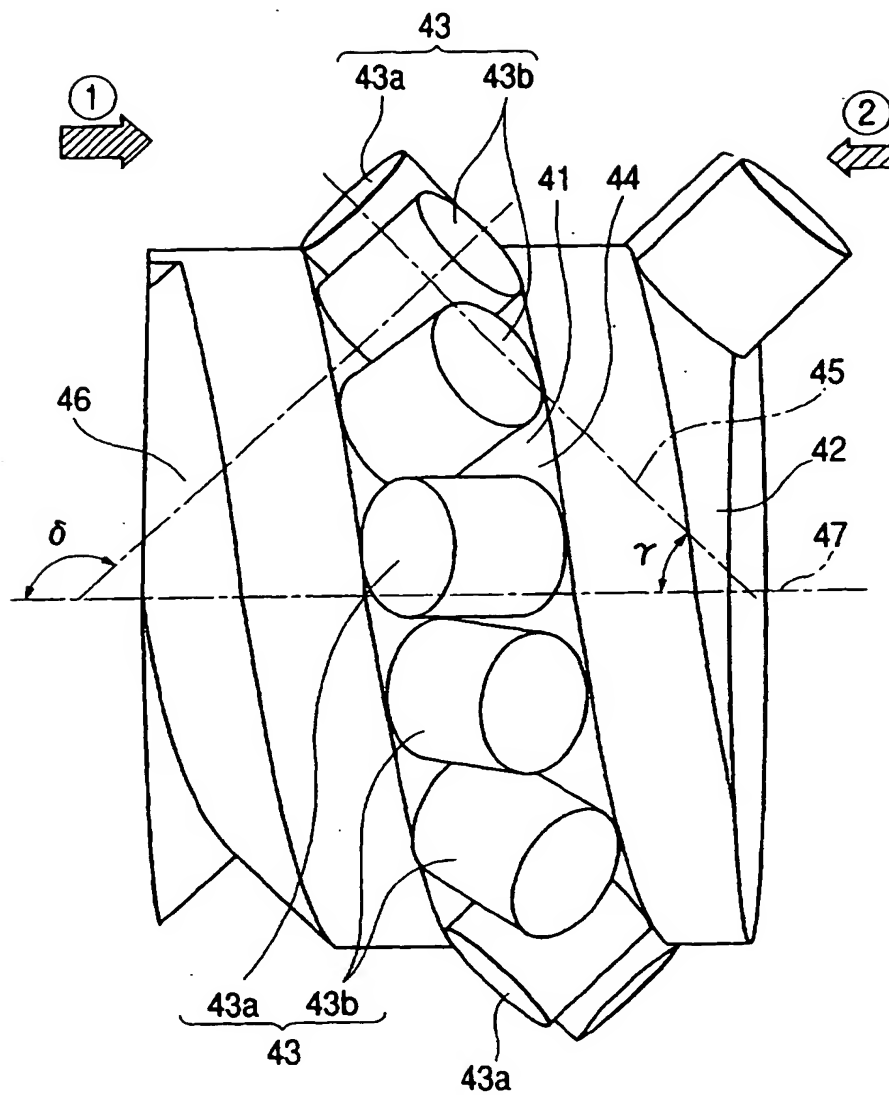
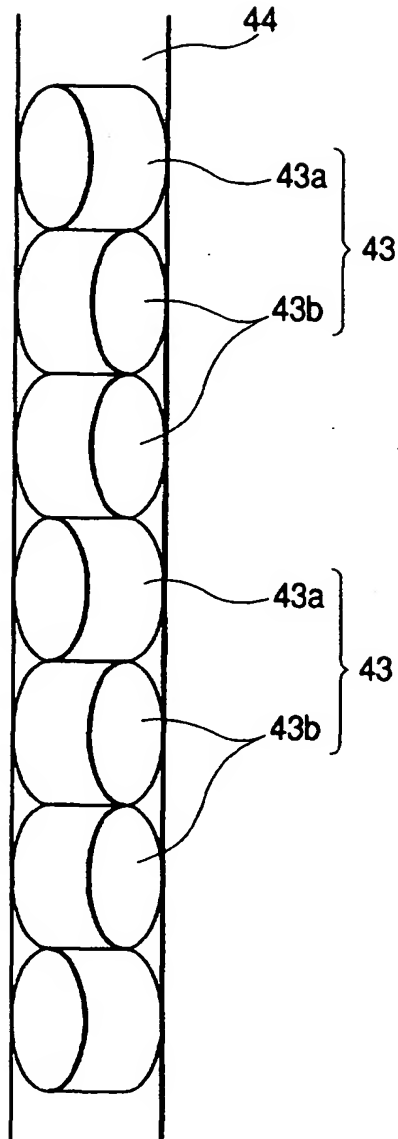


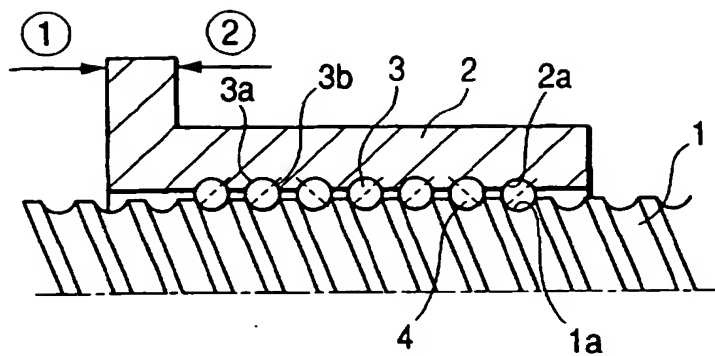
FIG. 3



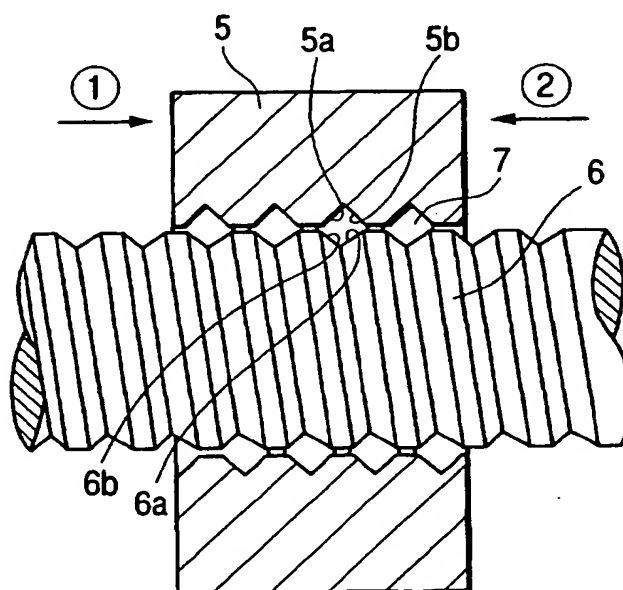
**FIG. 4**



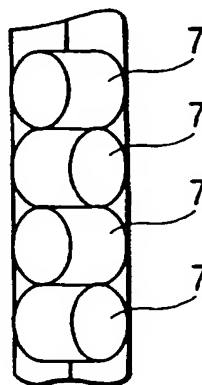
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**